

PRESENTACIÓN MURAL

Índice espectral tomográfico de la nebulosa de Gum

J. C. Testori^{1,2}

(1) *Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR)*

(2) *CONICET*

Abstract. We have used the radio continuum survey data at 408, 1420, 22800 and 33000 MHz in order to study the spectral index distribution in the Gum nebula region. After subtraction of the underlying thermal emission, we have applied the tomography technique and we found variations in the radio continuum temperature spectral index β between the IRAS Vela shell (IVS), that is a prominent ring-like feature, and the Gum nebula. These results would provide further support to the idea that both structures are different.

Resumen. Hemos utilizado los datos de los relevamientos en continuo de radio en 408, 1420, 22800 y 33000 MHz, con el fin de estudiar la distribución del índice espectral en la región de la nebulosa de Gum. Después de la substracción de la emisión térmica subyacente, hemos aplicado la técnica de la Tomografía y hemos encontrado variaciones en el índice espectral de temperatura β entre el IRAS Vela Shell (IVS), una prominente estructura en forma de anillo, y la nebulosa de Gum. Estos resultados darían más apoyo a la idea de que ambas son estructuras diferentes.

1. Introducción

La nebulosa de Gum es una de las más prominentes estructuras de cielo austral. Este enorme complejo cubre las constelaciones de Vela y Puppis. La nebulosa encierra interesantes estructuras, como los remanentes de supernova Vela XZY, su pulsar PSR 0833-45 y Puppis A, y una gran cantidad de regiones HII, como RCW 38, RCW 39, RCW 40, etc. La nebulosa está formada por débiles filamentos H α y posee un diámetro de 36° . Varios modelos básicos tratan de explicar el origen de esta estructura:

- Esfera fósil de Strömgren (Alexander, 1971).
- Un viejo remanente de supernova (Reynolds, 1976).
- Una región HII (Beuermann, 1973).
- Una superburbuja (Weber, 1977).

Energéticamente, los 4 modelos constituyen alternativas plausibles para la explicación del origen de la misma. La más probable sería la de una superburbuja producida por repetidas explosiones de supernovas (SN), como fue propuesto por Reynoso & Dubner (1997), basándose en estudios de HI. La distancia estimada es de 500 pc, con un diámetro de 150 pc. Embebida en la nebulosa, se

encuentra el IRAS Vela Shell (IVS), una prominente estructura en anillo que posee un diámetro de 15° y fué descubierta en el infrarrojo por Sahu (1992). La contraparte gaseosa en HI de la misma fue estudiada por Testori et al. (2006).

2. El índice espectral de temperatura

En la Figura 1 se muestran los mapas para las cuatro diferentes frecuencias (ver base de datos) donde se eliminó una componente difusa de la emisión, aplicando el método “Back Ground Filtering” (Sofue & Reich, 1979). Se define al índice espectral de temperatura β como $T_b(\nu) \sim \nu^{-\beta}$, donde $T_b(\nu)$ es la temperatura de brillo medida a la frecuencia ν . Para el cálculo del mismo y para aumentar la relación señal-ruido, los mapas fueron convolucionados a una resolución angular de 2° para la combinación en frecuencias 408/1420 MHz, mientras que para las combinaciones 1220/22800 y 1420/33000 MHz, se utilizó una resolución de 1° .

3. Base de datos

Fueron usadas tres bases de datos de continuo diferentes:

El relevamiento de todo el cielo en 408 MHz (Haslam et al. 1982).

El relevamiento del Hemisferio Sur Celeste en 1420 MHz. (Reich et al. 2001).

El relevamiento WMAP en 22800 y 33000 MHz (Bennett et al. 2003).

4. Contribución de la emisión $H\alpha$ a la radio-emisión

Debido a la contribución de la emisión $H\alpha$, el índice espectral obtenido será más chato que el real. Utilizando el método TT-plot para el cálculo de los índices espectrales y para cualquier tipo de combinación en frecuencias, en las regiones al norte del plano galáctico el índice es netamente no-térmico ($\beta=2,3-2,5$), mientras que a latitudes negativas predomina el índice espectral térmico ($\beta=2,1$), debido principalmente a la contribución $H\alpha$ del IVS. Para obtener un índice espectral más real, es conveniente sustraer la emisión $H\alpha$ en los mapas. Valls-Gabaud (1998) reportó la siguiente expresión para la relación entre la radio-emisión y la emisión $H\alpha$, en unidades de mK/R:

$$T^{ff}/H_\alpha = 8,396 \times 10^{-3} a \times \nu^{-2,1} T_4^{0,667} 10^{0,029/T_4} (1 + 0,08) \quad (1)$$

en la cual T_4 es la temperatura en unidades de 10^4 K, ν es la frecuencia en GHz y a el factor de Gaunt. Aplicando esta relación a la imagen $H\alpha$, obtenemos la contribución de dicha emisión para las cuatro frecuencias utilizadas, las que serán substraídas en cada una de las imágenes de radio-continuo.

5. La Técnica de la “Tomografía”

Este es un método utilizado por Katz-Stone & Rudnick (1997) que consiste en crear una serie de imágenes i para valores del índice espectral de temperatura $\beta=2,2; 2,3; \dots, 3,1$ de la siguiente forma:

$$Ti(\beta_i) = T_b(\nu_1) - T_b(\nu_2)(\nu_1/\nu_2)^{-\beta_i}, \quad (2)$$

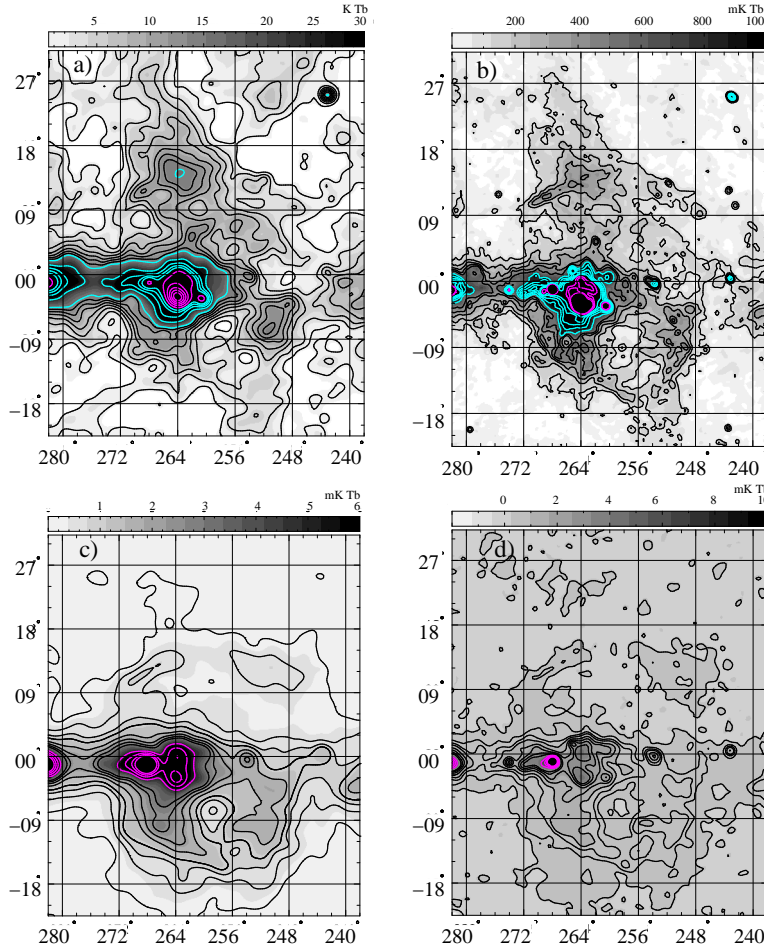


Figura 1. Mapas de la distribución de la temperatura de brillo en mK de la región de la nebulosa de Gum con la radiación de fondo substraída para las frecuencias a) 408 MHz, (Haz=58'), b) 1420 MHz (Haz=35'), c) 22,8 GHz. Haz=49',2 , d) 33 GHz (Haz=38'),

siendo T_b sólo la contribución de la temperatura de brillo no-térmica y donde ν_1 y ν_2 ($\nu_2 > \nu_1$) son las frecuencias utilizadas. Es posible obtener un valor de β_i para cada pixel n en una sola imagen, de acuerdo a la siguiente fórmula de Ladouceur & Pineault (2008):

$$\beta_n = \left(\sum_{i=1}^n \beta_i / T_i(\nu_i)^2 \right) / \left(\sum_{i=1}^n 1 / T_i(\nu_i)^2 \right) \quad (3)$$

6. Distribución del índice espectral

En la Figura 2 se muestra la distribución del índice espectral β para las tres combinaciones en frecuencia (408/1420, 1420/22800 y 1420/33000). En la Fig.

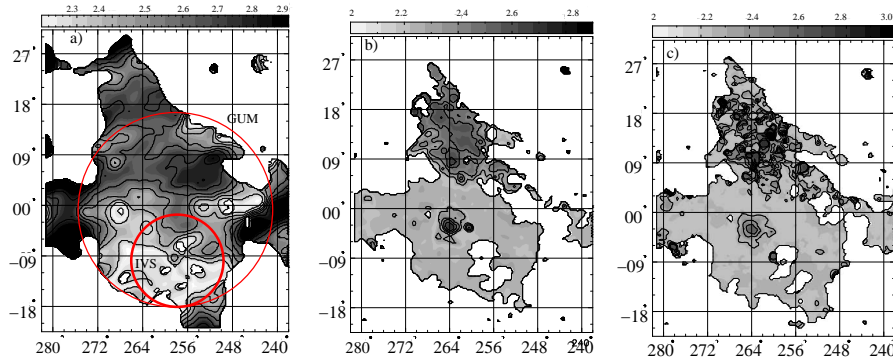


Figura 2. Distribución del índice espectral de temperatura β para las combinaciones en frecuencia a) 408/1420, b) 1420/22800 y c) 1420/33000 MHz. En la Fig. 2a) se muestran aproximadamente, los límites del IVS y de la nebulosa de Gum.

2a) se muestran aproximadamente los límites del IVS y de la nebulosa. Es posible aseverar que el IVS y la nebulosa de Gum son dos estructuras bien diferenciadas, tanto por el índice como por la distribución de los YSO. Luego de la substracción de la emisión térmica, encontramos que el índice espectral entre las diferentes combinaciones de frecuencias es, en promedio, $\beta \sim 2,5$ para las latitudes del norte. Sin la substracción, los valores obtenidos eran más chatos en $\Delta\beta \sim 0,1$. Para el IVS, los valores promedios varían desde $\beta \sim 2,25$ hasta 2,33, con un valor promedio anterior de $\beta \sim 2,1$ a 2,17 obtenido por el método de TT-plot.

Referencias

- Alexander, J.K., Brandt, J.C., Maran S.P., Stecher, T.P. 1971, ApJ, 167, 487
 Bennett C. L., Halpern M., et al. 2003. ApJS, 148, 1
 Beuermann, K. P. 1973. Ap. Space Sci, 20, 27
 Gaustad, J.E., McCullough, P.R., & Rosing, W., Van Buren, D. 2001, PASP, 113, 1326
 Haslam C.G.T., Wilson W.E., Graham D.A., Hunt G.C. 1974, A&AS, 13, 359
 Katz-Stone, D. M., & Rudnick, L. 1997, ApJ, 479, 258
 Ladouceur Y., Pineault S. 2008, A&A, 490, 197
 Reich P., Reich W. 1988, A&ASS 74, 7
 Reich P., Testori J.C., Reich W. 2001, A&A, 376, 861
 Reynoso E. M., Dubner G.M. 1997, A&ASS, 123, 31
 Reynolds, R.J. 1976, ApJ, 206, 151
 Sahu, M.S.: 1992, Tesis, Universidad de Groningen
 Testori, J.C., Reich, P., Bava, J.A. et al. 2001, A&A, 368, 1123
 Testori, J.C., Arnal, E. M., Morras, R., Bajaja, E., Poeppel, W.L.G., Reich, P. 2006, A&A, 458, 163
 Valls-Gabaud, D. 1998, PASA, 15, 111
 Wever, R., Mc Cray, C.T., Castor, J., Shapiro, P., Moore, R. 1977, ApJ, 218, 377